

تاثیر اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو و سطح کنسانتره بر مصرف و هضم جیره‌ها، ابقاء نیتروژن، تولید پروتئین میکروبی و رفتار مصرف در گوسفندکرمانی

علی شمسی^۱، محمد مهدی شریفی حسینی^{۲*} و امید دیانی^۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۷

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

^۲ استادیار بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

^۳ استاد بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

* مسئول مکاتبه: Email: mmsharifi@uk.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: در ایران سیلاژ علوفه کامل جو بسیار کمتر از دیگر سیلاژها مورد توجه بوده است. هدف: این آزمایش به منظور تعیین تاثیر دو سطح اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو و دو سطح کنسانتره بر مصرف، قابلیت هضم، تولید پروتئین میکروبی و رفتار مصرف خوراک در گوسفند کرمانی انجام گرفت. روش کار: حدود ۱۲۰۰ کیلوگرم علوفه جو در زمان سبز بودن ساقه و خمیری بودن دانه، با چابر در دو اندازه ۲۴ و ۱۲ میلی‌متر خرد شدند و در کدسه‌های نایلونی سیلو شدند. پس از ۴۵ روز سیلوها باز شدند و ویژگی‌های فیزیکی و ارزیابی ظاهری نمونه‌های جو سیلویی انجام گرفت. جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: (۱) ۴۰ درصد سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ۶۰ درصد کنسانتره، (۲) ۶۰ درصد سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ۴۰ درصد کنسانتره، (۳) ۴۰ درصد سیلاژ علوفه کامل جو ریز و ۶۰ درصد کنسانتره، (۴) ۶۰ درصد سیلاژ علوفه کامل جو ریز و ۴۰ درصد کنسانتره. نتایج: سیلوها در ارزیابی ظاهری اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی pH در سیلاژ علوفه کامل جو ریز، به صورت معنی‌داری کمتر بود ($p=0/003$). عامل موثر فیزیکی و الیاف موثر فیزیک در جیره‌های دارای سیلاژ علوفه کامل جو درشت بیشتر بود. مصرف ماده خشک در جیره‌های دارای ۶۰ درصد کنسانتره بیشتر بود، ولی مصرف الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و قابلیت هضم ماده خشک تحت تاثیر سطح کنسانتره و اندازه ذرات جو سیلویی قرار گرفت. ابقاء نیتروژن در جیره‌های سیلاژ ریز بیشتر بود ($p=0/022$). زمان‌های مصرف، نشخوار و جویدن و در جیره‌های دارای سیلاژ درشت بیشتر بودند. نتیجه‌گیری نهایی: بیشترین قابلیت هضم ماده خشک و آلی در جیره دارای ۴۰ درصد کنسانتره و سیلاژ علوفه کامل جو ریز بود، زیرا با کاهش اندازه ذرات سیلاژ به سطح تماس میکروبی در شکمبه افزوده شد.

واژگان کلیدی: الیاف موثر فیزیکی، فراسنجه‌های شکمبه‌ای، میانگین هندسی، نشخوار

مقدمه

شوینده‌ی خنثی می‌سند و سبب افزایش جویدن و انتقال بافرهای بزاقی به شکمبه می‌شوند. منابع علوفه‌ای حتی با دیواره سلولی یکسان از نظر تامین الیاف مورد نیاز

الیاف مؤثر فیزیکی، ویژگی‌های فیزیکی الیاف را با در نظر گرفتن طول ذرات و مقدار الیاف نامحلول در

پروتئین میکروبی و رفتار مصرف خوراک مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گوسفنداری بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام گرفت. ۱۲۰۰ کیلوگرم علوفه جو در زمان سبز بودن ساقه و خمیری بودن دانه، با چاق‌بر با دو اندازه درشت ۲۴ و ریز ۱۲ میلی‌متر خرد شدند و در نایلون‌های مخصوص سیلو شدند. پس از ۴۵ روز سیلوها باز شدند (سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ریز هر کدام چهار کیسه) و ارزیابی سیلوها توسط سه نفر انجام گرفت. ویژگی‌های فیزیکی و ارزیابی ظاهری نمونه‌های سیلاژها به روش نمره گذاری مطابق با روش مک دونالد و همکاران (۱۹۹۱) انجام گرفت. مقدار ماده خشک، پروتئین خام، ماده آلی و خاکستر براساس روش‌های استاندارد تعیین شد (AOAC ۲۰۰۵). برای اندازه‌گیری ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک در سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ریز از روش کیسه‌های نایلونی استفاده شد. برای انجام آزمایش تجزیه پذیری از سه راس گوسفند نر کرمانی دارای فیستوله شکمبه‌ای با میانگین وزن 45.0 ± 2.5 استفاده شد. نیاز نگهداری دامها با استفاده از جداول استاندارد (NRC ۱۹۸۵) با سیلاژ علوفه کامل جو، کاه گندم و علوفه یونجه خشک تعیین شد. کیسه‌های نایلون در ساعت‌های ۳، ۶، ۹، ۱۸، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت شکمبه گذاری شدند. پس از خروج کیسه‌ها از شکمبه و شستشوی آنها به مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۵ درجه سانتیگراد خشک (ولدن ۲۰۱۱) و ماده خشک آنها مشخص شد. با مدل $P=a+b(1-e^{-ct})$ ارسکوف و مکدونالد فراسنجه‌های تجزیه پذیری مشخص شد (۱۹۷۹). در این معادله P درصد تجزیه پذیری نمونه، a مقدار ماده حل شده در زمان صفر، c نرخ تجزیه پذیری ماده خشک (در ساعت)، e عدد نپرین و t زمان شکمبه‌گذاری بودند.

حیوان در یک سطح نیستند (مرتنز ۱۹۹۷). خوراکی‌های با تخمیر بالا باید حاوی الیاف مناسب با اندازه کافی باشند، تا خطر اسیدوز تحت حاد شکمبه را کاهش دهد. اندازه ذرات خوراک، بر رفتار مصرف خوراک، تشکیل تله فیبری در شکمبه، نشخوار، و تحرک شکمبه و نرخ عبور از شکمبه اثرات قابل توجهی دارد (زبلی و همکاران ۲۰۱۱).

معمولاً مواد خوراکی دارای اندازه ذرات بزرگ‌تر به دلیل نرخ عبور آرام‌تر سبب انقباض شکمبه - نگاری شده و محدود کننده مصرف ماده خشک مصرفی می‌شوند (قراردی و همکاران ۱۹۹۲). کاهش اندازه ذرات در این حالت می‌تواند به طور مثبتی ماده خشک مصرفی را به دلیل کاهش زمان لازم برای نشخوار تحت تأثیر قرار دهد (آلن ۲۰۰۰). لذا تعیین اندازه ذرات مناسب علوفه، بخش مهمی از برنامه‌های جیره نویسی می‌باشد.

ویژگی‌های فیزیکی مواد خوراکی نظیر اندازه ذرات می‌تواند استفاده از مواد مغذی، تخمیر شکمبه‌ای و تولید حیوان را جدا از مقدار و ترکیب الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر قرار دهد. این ویژگی‌ها به‌ویژه به‌هنگام کاهش نسبت علوفه به کدسانتره حیاتی به‌نظر می‌رسد (مرتنز ۱۹۹۷). مطالعات زیادی به صورت مجزا بر روی الیاف و اندازه ذرات مواد خوراکی در جیره نشخوارکنندگان صورت گرفته است، که بیشتر آنها روی گاو شیری بوده‌اند. اما مطالعات بسیار اندکی روی اثرات اندازه ذرات سیلاژ جو با سطوح الیاف غیر علوفه‌ای در نشخوارکنندگان کوچک مثل گوسفند صورت گرفته است که در این پژوهش سعی بر آن است تا به بررسی این موضوع مهم پرداخته شود. همچنین هدف اصلی زراعت جو، تولید خوراک دام می‌باشد، لذا دستیابی به روش‌هایی که بتوان حداکثر بازده تولیدی-اقتصادی را در واحد سطح به‌دست آورد، اهمیت زیادی دارد (پرهیزکار ۱۳۸۵)، لذا در این پژوهش تأثیر اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو به همراه دو سطح کنسانتره بر مصرف، قابلیت هضم ماده خشک، مواد مغذی و تولید

الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی نمونه‌ها با استفاده از روش شوینده اندازه‌گیری شد (ون سوست و همکاران ۱۹۹۱). نقطه فلیگ^۱ با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (دنک و کان ۲۰۰۶):

$$\{1\} \text{ pH} - (40 \times \text{DM} - 15) + 220 = \text{نقطه فلیگ}$$

جهت تعیین pH، بلافاصله بعد از باز کردن سیلوها، به ۵۰ گرم از مواد سیلویی ۴۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده و پس از مخلوط کردن با دو لایه پارچه ململ، صاف شد و بلافاصله pH عصاره آبی با دستگاه pH متر دیجیتالی مارک Elmetron مدل CP۱۰۳، اندازه‌گیری شد (هیگین بوتام و همکاران ۱۹۹۷).

جیره‌ها با نرم افزار سی ان سی پی اس گوسفند نسخه یک^۲ تنظیم شدند (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۴۰ درصد سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ۶۰ درصد کنسانتره، ۶۰ (۲) درصد سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ۴۰ درصد کنسانتره، ۴۰ (۳) درصد سیلاژ علوفه کامل جو ریز و ۶۰ درصد کنسانتره، ۴۰ (۴) درصد سیلاژ علوفه کامل جو ریز و ۴۰ درصد کنسانتره (جدول ۱). برای اجرای این آزمایش از چهار راس گوسفند نر دو ساله کرمانی با وزن ۳۵/۰ ± ۲/۰ کیلوگرم در چهار دوره ۲۱ روزه، شامل ۱۴ روز عادت دهی و ۷ روز نمونه برداری در قفس‌ها متابولیک استفاده شد.

برای تعیین توزیع اندازه ذرات جیره‌ها و محاسبه الیاف موثر فیزیکی از الک کردن خشک به روش لامرز و همکاران (۱۹۹۶) و کونونوف و همکاران (۲۰۰۳) استفاده شد. میانگین هندسی و انحراف معیار میانگین هندسی ذرات مواد خوراکی بر اساس معادلات جامعه مهندسی کشاورزی آمریکا (۲۰۰۲) محاسبه شد. میزان فعالیت مصرف، نشخوار و جویدن دام‌ها به صورت چشمی محاسبه شد (تیموری و همکاران ۲۰۰۴). نیتروژن ابقاء شده در بدن با فرمول

هوفستدler و گرین (۱۹۹۵) محاسبه شد. تولید نیتروژن میکروبی بر اساس گرم نیتروژن در روز از رابطه ۲ استفاده شد (چن و گومز، ۱۹۹۵):

$$\{2\} \text{ پروتئین میکروبی} = \frac{X \left(\frac{\text{mmol}}{\text{day}} \right) \times 70}{0.116 \times 0.83 \times 1000}$$

X = میزان جذب پورین‌ها (میلی‌مول در روز)
از طرح چرخشی متوازن شامل چهار جیره غذایی به صورت فاکتوریل ۲×۲ استفاده شد. مدل آماری به صورت ذیل بود:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \times \beta)_{ij} + \gamma_k + \delta_L + e_{ijk}$$

در این مدل: $i = Y_{ijk}$ = امین اندازه ذرات و j = امین سطح کنسانتره، μ = میانگین کل، α_i = اثر سطح i ام اندازه ذرات، B_j = اثر سطح j ام سطح کنسانتره، $(\alpha \times \beta)_{ij}$ = اثر متقابل سطح i ام از اندازه ذرات با سطح j ام از سطح کنسانتره، γ_k = اثر تصادفی حیوان، δ_L = اثر دوره، e_{ijk} = واریانس باقیمانده. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۵) و رویه Mixed صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح پنج درصد استفاده شد.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی^۱ (براساس درصد ماده خشک)

Table 1- Components and chemical composition of experimental diets (based on dry matter)

درصد کنسانتره اجزا Component of Concentrate (%)	اندازه ذرات سیلاژ علوفه جو کامل barley silage particle size				درشت		ریز	
					30	40	60	40
سیلاژ علوفه جو کامل جو Barley silage					40	59.84	40	59.84
کنسانتره ^۲ Concentrate					60	40.16	60	40.16
ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز (مگا کالری در هر کیلو ماده خشک) Chemical composition and Metabolizable Energy (MCAL/kg of DM)					2.46	2.40	2.45	2.39
انرژی قابل سوخت و ساز (مگا کالری در هر کیلو گرم ماده خشک) Metabolizable Energy (Mcal/ kg of DM)					14.34	13.56	14.37	13.56
پروتئین خام (درصد ماده خشک) Crude protein (% of DM)					73.70	77.10	73.20	77.0
پروتئین تجزیه پذیر ^۲ (درصد پروتئین خام) Degradable protein (% of CP)					97.10	86.70	96.90	86.30
پروتئین قابل سوخت و ساز ^۲ (گرم در هر کیلو گرم ماده خشک مصرف شده) Metabolizable Protein (g/kg of DMI)					2.70	280	2.70	2.80
عصاره اتری (درصد ماده خشک) Ether Extract (% of DM)					37.50	43.50	37.00	43.50
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (درصد ماده خشک) NDF (% of DM)								

^۱ جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۱- سیلاژ علوفه جو درشت ۴۰ درصد و ۶۰ درصد کنسانتره، ۲- سیلاژ علوفه کامل جو درشت ۶۰ درصد و ۴۰ درصد کنسانتره، ۳- سیلاژ علوفه کامل جو ریز ۴۰ درصد و ۶۰ درصد کنسانتره، ۴- سیلاژ علوفه کامل جو ریز ۶۰ درصد و ۴۰ درصد کنسانتره^۲ کنسانتره شامل دانه جو، کنجاله پنبه دانه، سبوس گندم، بی‌کربنات سدیم، دی‌کلسیم فسفات، سنگ آهن و نمک بود و در جیره‌های حاوی ۶۰ درصد کنسانتره اجزاء به ترتیب ۸/۳۸، ۵/۵۶، ۱۱/۱۱، ۱/۱۱، ۱/۶۳، ۱/۱۱ و ۰/۶ درصد بودند و در جیره‌های ۴۰ درصد کنسانتر اجزاء به ترتیب ۸۴/۲۵، ۳/۶۹، ۷/۳۹، ۰/۷۴، ۱/۰۰، ۱/۱۱ و ۰/۳۷ درصد بود.^۲ با نرم افزار جیره نویسی CNCPS Sheep (version 1) محاسبه شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های سیلاژها

نتایج ارزیابی ظاهری حاکی از این بود که اختلاف معنی‌داری بین کیفیت بو، کیفیت ساختاری، رنگ و مجموع نمره سیلاژها وجود نداشت (جدول ۲). در مواد سیلویی مرطوب، pH مناسب بین ۳/۵ تا ۴/۵ می‌باشد (مکدونالد و همکاران ۱۹۹۱)، و مقدار آن در سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ریز به ترتیب ۴/۲۰ و ۳/۹۶ بود، لذا در هر دو سیلو مناسب بود و در جو سیلویی ریز به صورت معنی‌داری کمتر بود ($p < 0.003$). در جو سیلویی

ریز، خرد شدن مقادیر بیشتری دیواره سلولی، سبب خروج مایعات درون سلولی و تخمیر بیشتر شد و تولید زیاده‌تر اسیدهای تخمیری سبب کاهش معنی‌دار pH شد (شواب و همکاران ۲۰۰۲؛ کلارک و آرمانتانو ۲۰۰۲).

جدول ۲- نتایج ارزیابی ظاهری^۱، نمره فلیگ و فراسنجه‌های تجزیه پذیری سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ریز

Table 2. The results of visual assessment, flieg points and degradation parameters of coarse and fine barley silage

متغیرها Parameters	سیلاژ درشت Coarse silage	سیلاژ ریز Fine silage	خطای معیار Standard error	سطح معنی‌دار P-value
کیفیت بو Smell quality	13.5	13.50	0.50	1.00
کیفیت ساختاری Structural quality	3.75	3.50	0.47	0.58
رنگ Color	2.00	1.75	0.18	0.16
نمره کل Total Score	19.25	18.75	0.71	0.44
ماده خشک DM (%)	33.00 ^a	27.33 ^b	0.82	0.001
pH	4.20 ^a	3.96 ^b	0.04	0.003
نمره فلیگ ^۲ Flieg Point	98.88	96.15	0.97	0.471
فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک (درصد) Degradability parameters (% of DM)				
بخش سریع تجزیه Rapid degradability fraction (a)	14.11	14.66	0.473	0.228
بخش کند تجزیه Slow degradability fraction (b)	56.19	54.10	0.156	0.096
بخش بالقوه قابل تجزیه Potential degradability fraction (a+b)	70.25	68.76	0.33	0.436

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین جیره‌ها می باشد ($p < 0.05$).

Means within same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$)

^۱ ارزیابی ظاهری در چهار نمونه (کیسه) از هر کدام از سیلاژهای ریز و درشت توسط سه نفر انجام شد. ^۲ دنک و کان (۲۰۰۶)

نمره فلیگ سیلاژ علوفه کامل درشت و ریز تفاوت نداشتند و به ترتیب ۹۸/۸۸ و ۹۶/۱۵ برآورد شده که نشان دهنده کیفیت بسیار خوب این سیلاژ بود (فلاح و همکاران ۱۳۹۰). در تجزیه پذیری ماده خشک، نرخ تجزیه پذیری در سیلاژ علوفه کامل جو ریز بیشتر (۴/۳۳) در مقابل ۳/۹۶ درصد در ساعت) بود ($p = 0.001$)، اما در بخش سریع و کند تجزیه و بخش بالقوه قابل تجزیه تفاوت معنی‌داری بین دو سیلاژ وجود نداشت.

توزیع اندازه ذرات و الیاف موثر فیزیکی جیره‌ها

ماده خشک باقی‌مانده بر روی الک ۱۹ در جیره‌های دارای سیلاژ علوفه کامل جو درشت و در ۱/۱۸ میلی‌متری در جیره‌های دارای سیلاژ ریز بیشتر بود (جدول ۳، به ترتیب $p = 0.033$ و $p = 0.041$). با افزایش

اندازه ذرات سیلاژ، درصد ماده خشک باقی‌مانده جیره‌ها بر روی الک ۱۹ میلی‌متری افزایش یافت و در جیره‌های حاوی سیلاژ ریز، ماده خشک باقیمانده روی الک ۱/۱۸ میلی‌متری بیشتر از الک ۱۹ و ۸ میلی‌متری بود. درآزمایش مولیفر و همکاران (۲۰۱۱) در سیلاژ علوفه گرس با چهار اندازه کوتاه، متوسط، بلند و بسیار بلند، با افزایش اندازه ذرات سیلاژها، درصد ماده خشک باقیمانده بر روی بزرگترین الک (۲۶/۹ میلی‌متر) افزایش یافت.

عامل موثر بودن فیزیکی جیره‌ها به روش لامرز و همکاران (۱۹۹۶) و کونونوف و همکاران (۲۰۰۳)، تحت تأثیر اندازه ذرات قرار گرفت (به ترتیب $p = 0.022$ و $p = 0.009$)، و با افزایش اندازه ذرات سیلاژ، عامل موثر

فیزیکی به هر دو روش لامرز و همکاران (۱۹۹۶) و کونونوف و همکاران (۲۰۰۳) افزایش یافت.

جدول ۳- توزیع اندازه ذرات و مقدار الیاف موثر فیزیکی جیره های آزمایشی^۱ مورد استفاده در چهار دوره آزمایش

Table 3- Particle size distribution and quantity of physical effective fiber of the experimental diets used in four experimental periods

اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو Barley silage particle size	درشت coarse		ریز fine		SEM	سطح معنی‌دار P-value		
	40	60	40	60		اندازه ذرات Particle size	سطح کنسانتره Concentrate	اثر متقابل levelsinteraction
درصد کنسانتره Concentrate (%)								
ماده خشک باقی‌مانده روی هر الک (%) Particle size, % of DM retained on sieves								
۱۹ میلی متر 19 mm	34.57 ^a	36.64 ^a	20.95 ^b	22.83 ^b	6.12	0.033	0.811	0.577
۸ میلی متر 8mm	7.90	8.49	4.46	7.54	1.18	0.139	0.432	0.191
۱/۱۸ میلی متر 1.18 mm	55.2 ^b	54.37 ^b	66.52 ^a	64.00 ^a	6.72	0.041	0.610	0.089
<۱/۱۸ میلی متر <1.18 mm	2.29 ^b	0.48 ^c	8.07 ^a	5.13 ^a	1.15	0.009	0.344	0.068
عامل مؤثر بودن فیزیکی ^۲ pef _{8.0}	39.46 ^a	46.12 ^a	26.37 ^b	31.36 ^b	6.69	0.022	0.435	0.860
عامل مؤثر بودن فیزیکی ^۲ Pef _{1.18}	93.68 ^{ab}	99.5 ^a	91.90 ^b	94.84 ^a	1.16	0.009	0.609	0.051
الیاف مؤثر فیزیکی ^۴ (%) peNDF _{8.0} , % of DM	18.63 ^a	17.57 ^a	9.42 ^b	9.45 ^b	3.77	0.017	0.738	0.919
الیاف مؤثر فیزیکی ^۵ (%) peNDF _{1.18} , % of DM	41.54 ^a	40.09 ^a	36.96 ^b	40.36 ^a	0.44	0.077	0.674	0.059
میانگین هندسی (میلی متر) Xgm, mm	13.97 ^a	13.91 ^a	10.81 ^b	10.84 ^b	1.22	0.013	0.900	0.871
انحراف معیار میانگین هندسی (میلی متر) Sgm, mm	1.70	1.63	1.59	1.51	0.15	-	-	-

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین جیره ها می باشد ($p < 0.05$).

Means within same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$)

^۱ تجزیه تحلیل داده‌های مربوط به اندازه ذرات جیره‌های آزمایشی مربوط به چهار دوره آزمایش می‌باشد. ^۲ نسبت ماده خشک باقی‌مانده بر روی الک های ۱۹ و ۸ میلی متری (لامرز و همکاران ۱۹۹۶)، ^۳ نسبت ماده خشک باقی‌مانده بر روی الک های ۱۹، ۸ و ۱/۱۸ میلی متری (کونونوف و همکاران ۲۰۰۳)، ^۴ حاصل ضرب غلظت الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی جیره در نسبت ماده خشک باقی مانده بر روی الک های ۱۹ و ۸ میلی‌متری (لامرز و همکاران ۱۹۹۶)، ^۵ حاصل ضرب غلظت الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی جیره در نسبت ماده خشک باقی‌مانده بر روی الک های ۱۹، ۸ و ۱/۱۸ میلی‌متری (کونونوف و همکاران ۲۰۰۳).

مصرف مواد مغذی و قابلیت هضم

مصرف ماده خشک تحت تاثیر سطح کنسانتره (۰/۰۰۲ = p قرار گرفت (جدول ۴)، و در جیره‌های دارای ۶۰ درصد کنسانتره بیش‌تر بود، ولی اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو تاثیری بر مصرف ماده خشک نداشت. در جیره‌های

دارای بیش‌تر از ۴۰ درصد مواد متراکم، مصرف خوراک تحت تأثیر اندازه ذرات علوفه قرار نمی‌گیرد (یانگ و بوچمن ۲۰۰۶)، گرچه با کنسانتره زیاد، تاثیر بازدارنده متابولیت‌ها بر مصرف، بیش از تاثیر ویژگی‌های فیزیکی

جیره می‌باشد (زبلی و همکاران ۲۰۰۶)، ولی به نظر می‌رسد در جیره‌های دارای ۶۰ درصد کنسانتره، به علت نرخ هضم بالاتر کنسانتره نسبت به سیلاژ (مرتنز ۱۹۸۷) هضم شکمبه‌ای جیره بالاتر بود، لذا به نرخ عبور افزوده شد و مصرف افزایش یافت (مرتنز و الی ۱۹۸۲).

مصرف الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی تحت تأثیر اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو و سطح کنسانتره قرار گرفت و در جیره دارای ۶۰ درصد کنسانتره و سیلاژ ریز از دیگر جیره‌ها کمتر بود ($p=0/05$)، یکی از ویژگی‌های الیاف مؤثر فیزیکی این است که فعالیت جویدن را تحریک می‌کنند و در جیره‌های دارای علوفه ریز کمتر است، لذا در جیره‌های دارای سیلاژ ریز ترشح بزاق کمتر بوده (شریفی و همکاران ۱۳۹۱) به همراه کنسانتره بیشتر سبب نامناسب شدن شرایط شکمبه شده و در نتیجه از قابلیت هضم و مصرف کاسته شد. مصرف الیاف موثر فیزیکی به روش لامرزو همکاران (۱۹۹۶) و کونونوف و همکاران (۲۰۰۳) در جیره‌های حاوی سیلاژ علوفه کامل جو درشت بیشتر بود، زیرا در جیره‌های دارای سیلاژ درشت، الیاف موثر فیزیکی بیشتر بود (جدول ۳) و افزایش اندازه ذرات سیلاژ سبب کاهش مصرف ماده خشک نشد، زیرا تجزیه پذیری سیلاژ ریزو درشت بالا بود (جدول ۲).

قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی تحت تأثیر اندازه ذرات (به ترتیب $p=0/016$ و $p=0/017$) و سطح کنسانتره (به ترتیب $p=0/014$ و $p=0/009$) قرارگرفت و بیشترین قابلیت هضم ماده خشک و آلی در جیره سیلوی ریز و ۴۰ درصد کنسانتره بود، زیرا با ۴۰ درصد کنسانتره pH شکمبه مناسب بود و تأثیر منفی بر قابلیت هضم نداشت و علوفه ریز به دلیل افزایش تماس با باکتری‌های شکمبه‌ای قابلیت هضم بیشتری داشتند، زیرا با کاهش اندازه ذرات

علوفه یونجه، قابلیت هضم ماده خشک افزایش یافت (گلچین و همکاران، ۱۳۹۱). اثر متقابل اندازه ذرات و سطح کنسانتره بر قابلیت هضم ماده خشک معنی‌دار بود ($p=0/010$)، زیرا در جیره‌های سیلاژ علوفه کامل جو درشت با کاهش سطح کنسانتره تغییری در قابلیت هضم ماده خشک ایجاد نشد ولی در جیره‌های دارای سیلاژ ریز با کاهش سطح کنسانتره، قابلیت هضم ماده خشک به علت بهبود شرایط شکمبه افزایش یافت ($p=0/05$). همچنین در جیره دارای ۶۰ درصد کنسانتره و ۴۰ درصد سیلاژ قابلیت هضم از دیگر جیره‌ها کمتر بود که نشان دهنده شرایط نامناسب شکمبه بود، در این جیره مصرف ماده خشک نیز از دیگر جیره‌ها کمتر بود.

قابلیت هضم پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی تحت تأثیر اندازه ذرات سیلاژ و سطح کنسانتره قرار نگرفت. کراس و کومب (۲۰۰۳) و کراس و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی با کاهش اندازه ذرات تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، در این آزمایش احتمالاً pH شکمبه از حداقل ۵/۸ که هضم فیبر متوقف می‌شود بالاتر بوده است (زبلی و همکاران ۲۰۰۶).

جدول ۴- مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی درگوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 4- Nutrients intake and digestibility in experimental diets fed to sheep

اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو Barley silage particle size	درشت coarse		ریز fine		SEM	سطح معنی‌دار P-value		
	40	60	40	60		اندازه ذرات Particle size	سطح کنسانتره Concentrate levels	اثر متقابل Interaction
درصد کنسانتره Concentrate (%)								
مصرف (کیلوگرم در روز) Intake (kg/day)								
ماده خشک DM	1.55 ^a	1.33 ^b	1.63 ^a	1.57 ^a	0.05	0.536	0.002	0.178
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی NDF	0.64 ^a	0.68 ^a	0.54 ^b	0.64 ^a	0.02	0.013	0.014	0.039
الیاف موثر فیزیکی ^۱ peNDF	0.23 ^a	0.25 ^a	0.10 ^b	0.13 ^b	0.03	0.036	0.474	0.265
الیاف موثر فیزیکی ^۲ peNDF	0.51	0.57	0.44	0.59	0.57	0.047	0.195	0.112
قابلیت هضم (درصد) Digestibility (%)								
ماده خشک DM	57.8 ^{ab}	57.9 ^{ab}	53.19 ^b	64.9 ^a	1.71	0.016	0.014	0.01
ماده آلی OM	47.8 ^b	52.9 ^{ab}	49.1 ^b	58.0 ^a	2.37	0.017	0.009	0.112
پروتئین خام CP	79.83	75.0	75.41	72.89	2.71	0.255	0.215	0.671
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی NDF	16.62	23.24	21.18	21.78	3.72	0.488	0.139	0.277

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین جیره‌ها می باشد ($P < 0.05$).Means within same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$)^۱ به روش (لامرز و همکاران، ۱۹۹۶).^۲ به روش (کونونوف و همکاران، ۲۰۰۳).

ابقاء نیتروژن

نیتروژن مصرف شده تحت تاثیر سطح کنسانتره قرار گرفت (جدول ۵)، و در جیره دارای ۴۰ درصد سیلاژ علوفه کامل جو درشت و ۶۰ درصد کنسانتره از دیگر جیره‌ها کمتر بود ($P = 0.05$)، مصرف پروتئین تحت تاثیر مصرف ماده خشک جیره‌ها بود، اما نیتروژن ابقاء شده در جیره‌های دارای سیلاژ ریز بیشتر بود، زیرا با کاهش اندازه ذرات علوفه، بازده ساخت میکروبی و قابلیت هضم پروتئین در شکمبه و در کل دستگاه گوارش بهبود یافت.

این اثر به واسطه کاهش باز چرخ نیتروژن در شکمبه بوده، زیرا جرم پروتوزوآ در شکمبه در جیره‌های با الیاف فیزیکی کم کاهش می‌یابد (یانگ و بوچمن ۲۰۰۶). همچنین انتظار می‌رفت در سیلاژ ریز به واسطه شکسته شدن تعداد بیشتری دانه و هضم بیشتر نشاسته در شکمبه، فعالیت ساخت پروتئین در شکمبه افزایش یابد (شواب و همکاران ۲۰۰۲). زیرا با افزایش اندازه ذرات سیلو، اندازه ذرات نشاسته در دانه‌های جو هم افزایش یافته و به دلیل کاهش سطح تماس قابلیت هضم نشاسته کم شد (یانگ و بوچمن ۲۰۰۶).

جدول ۵- تعادل نیتروژن (گرم) و نیتروژن ابقاء (گرم در روز) در گوسفندان تغذیه شده با جیره های آزمایشی

Table 5- Nitrogen balance (g) and N retention (g per day) in sheep fed experimental diets

اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو Barley silage particle size	درشت coarse		ریز fine		SEM	سطح معنی‌دار P-value		
درصد کنسانتره Concentrate (%)	40	60	40	60		اندازه ذرات Particle size	سطح کنسانتره Concentrate levels	اثر متقابل Interaction
نیتروژن مصرفی Intake nitrogen	32.06 ^b	33.98 ^a	34.08 ^a	35.02 ^a	0.04	0.032	0.771	0.292
نیتروژن جذب شده Absorbed nitrogen	22.06	23.12	23.80	24.09	1.30	0.860	0.493	0.557
نیتروژن دفعی ادرار N excretion in urine	1.11	1.16	1.42	1.49	0.20	0.105	0.742	0.962
نیتروژن ابقاء شده (گرم در روز) N retained (g/day)	21.86 ^b	22.12 ^b	24.83 ^a	25.00 ^a	3.69	0.022	0.251	0.123

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین جیره ها می باشد ($p < 0.05$).Means within same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$)

پروتئین میکروبی

تولید پروتئین میکروبی در شکمبه، تحت تاثیر معنی‌دار اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو ($P = 0.044$) و سطوح کنسانتره ($P = 0.024$) قرار گرفت به‌صورتی که با کاهش اندازه ذرات سیلاژ، تولید پروتئین میکروبی افزایش یافت ($p < 0.05$). با کاهش اندازه ذرات علوفه، نرخ تجزیه‌ی پروتئین علوفه در شکمبه افزایش یافته و لذا مقدار پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه کاهش می‌یابد. همچنین در جیره‌های دارای الیاف مؤثر فیزیکی کم، تولید پروتئین میکروبی در شکمبه افزایش می‌یابد. این اثر به واسطه کاهش باز چرخ نیتروژن در شکمبه بوده، زیرا جرم پروتوزوایی در شکمبه کاهش می‌یابد (یانگ و بوچمن ۲۰۰۶).

کاهش اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو سبب افزایش تجزیه پذیری نشاسته در شکمبه شد (یانگ و بوچمن ۲۰۰۶). همچنین احتمالاً تجزیه راحت‌تر سیلاژ ریز و نرخ تجزیه پذیری بالاتر سیلاژ ریز توسط میکروارگانیسم‌ها و فراهم بودن انرژی قابل تخمیر بیشتر (جدول ۲) برای میکروارگانیسم‌های شکمبه، منجر به افزایش تولید پروتئین میکروبی شد. با کاهش اندازه ذرات علوفه، سطوح قابل دسترس برای حمله میکروبی افزایش می‌یابد (سن

امتریو و همکاران ۲۰۰۰)، در نتیجه به تخمیر شکمبه‌ای افزوده می‌شود. با افزایش کربوهیدرات‌های محلول، انرژی مورد نیاز باکتری‌ها تامین می‌شود و پروتئین جیره بهتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (راسل و همکاران ۱۹۹۲). وکیل فرجی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند با افزایش کنسانتره در جیره، تولید پروتئین میکروبی افزایش می‌یابد. این افزایش می‌تواند به علت افزایش ماده آلی هضم شده در شکمبه در نتیجه افزایش نسبت کنسانتره به علوفه باشد.

جدول ۶- تولید مشتقات پورینی و پروتئین میکروبی در گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی
Table 6- Purine derivatives and microbial protein synthesis in sheep fed experimental diets

اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو barley silage particle size درصد کنسانتره Concentrate (%)	درشت coarse		ریز fine		SEM	سطح معنی‌دار P-value		
	40	60	40	60		اندازه ذرات Particle size	سطح کنسانتره Concentrate levels	اثر متقابل Interaction
کل مشتقات پورینی (میلی مول در روز) Total purine derivative (Mmol/d)	18.33	17.16	18.83	18.15	4.23	0.125	0.166	0.715
پروتئین میکروبی (گرم در روز) Microbial protein (g/day)	69.16 ^b	54.99 ^b	100.07 ^a	91.05 ^a	12.93	0.044	0.024	0.109

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین جیره ها می باشد ($p < 0.05$).

Means within same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$)

رفتار مصرف خوراک

زمان مصرف (دقیقه در روز) در جیره‌های جو سیلویی در شت بیشتر بود (جدول ۷، $p = 0.001$)، زمان مصرف خوراک با افزایش اندازه ذرات علوفه به صورت خطی افزایش می یابد (کونونوف و همکاران ۲۰۰۳؛ یانگ و بوچمن ۲۰۰۶). همچنین زمان مصرف خوراک با افزایش میانگین هندسی اندازه ذرات علوفه افزایش می یابد (لئوناردی و همکاران ۲۰۰۵). زمان مصرف خوراک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در جیره‌های جو سیلویی در شت بیشتر بود. نتایج تحقیقات کونونوف و همکاران (۲۰۰۳) و تیموری یانسری و همکاران (۲۰۰۴) حاکی از این بود که زمان مصرف خوراک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک تحت تأثیر کاهش اندازه ذرات قرار گرفت و با کاهش اندازه ذرات، کاهش یافت. همچنین نتایج کونونوف و همکاران (۲۰۰۳)، تیموری و همکاران (۲۰۰۴)، زبلی و همکاران (۲۰۰۶) و یانگ و بوچمن (۲۰۰۷) نشان داد که با کاهش اندازه ذرات علوفه زمان مصرف خوراک به ازای هر کیلو الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی مصرفی کاهش یافت. اثر متقابل بین اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو و دو سطح کدسانتره بر مصرف هر کیلو ماده خشک معنی‌دار بود، زیرا در سیلاژ درشت با کاهش سطح کدسانتره، زمان مصرف کاهش یافت در حالی که

در جیره‌های دارای سیلاژ ریز، با کاهش سطح کنسانتره، این زمان افزایش یافت.

زمان نشخوار (دقیقه در روز) در جیره‌های دارای سیلاژ درشت بیشتر بود ($P = 0.005$)، دلیل افزایش زمان نشخوار در این جیره‌های، احتمالاً کاهش نرخ عبور ذرات درشت از شکمبه و ماندگاری زیاد سیلاژ در شکمبه بود (فیرکینز و همکاران ۱۹۹۸). الیاف علوفه‌ای بلند تأثیر زیادی بر تشکیل تله فیبری داشته و حرکات شکمبه و نشخوار را تحریک می‌کنند (مرتنز ۱۹۹۷) ذرات غذای که در تله فیبری شرکت می‌کنند به سختی از شکمبه عبور می‌کنند لذا تله فیبری در تنظیم ماندگاری ذرات کوچک از طریق ماندگاری انتخابی اهمیت زیادی دارد (ون سوست ۱۹۹۴).

زمان نشخوار به ازای هر کیلو ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (دقیقه) در جیره‌های دارای سیلاژ درشت بیشتر بود ($p < 0.05$). الیاف موثر فیزیکی به عنوان بخشی از الیاف جیره‌ای که فعالیت نشخوار را تحریک کرده و ذرات بزرگ تر از ۱/۱۸ میلی متر بیشترین مقاومت را در برابر عبور از شکمبه داشته و مسئول تحریک نشخوار در دام هستند (مرتنز ۱۹۹۷). اثر متقابل بین اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو و دو سطح کنسانتره معنی‌دار بود ($p = 0.047$)، زیرا در جیره‌های سیلاژ درشت تفاوتی معنی داری بین زمان نشخوار در دو سطح ۴۰ و ۶۰ درصد کدسانتره وجود نداشت ولی در

جیره‌های دارای سیلاژ ریز با کاهش کنسانتره به زمان نشخوار (دقیقه) افزوده شد ($p=0/05$). علت این اثر متقابل، یکسان بودن الیاف موثر فیزیکی به روش کونونوف و همکاران (۲۰۰۳) در جیره‌های دارای

سیلاژ درشت بود، اما در جیره‌های دارای سیلاژ ریز، الیاف موثر فیزیکی در جیره حاوی ۴۰ درصد کنسانتره، بیشتر بود (جدول ۳).

جدول ۷- تأثیر جیره‌های آزمایشی بر زمان فعالیت‌های مصرف، نشخوار و جویدن

Table 7. The effect of experimental diets on time of eating, ruminating and chewing activity

اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو Barley silage particle size	درشت coarse		ریز fine		SEM	سطح معنی‌دار P-value		
درصد کنسانتره Concentrate (%)	40	60	40	60		اندازه ذرات Particle size	سطح کنسانتره Concentrate	اثر متقابل levels Interaction
زمان مصرف خوراک (دقیقه در روز) Time of Eating (min/day)	252.5 ^a	240.0 ^a	187.5 ^c	203.7 ^b	7.8	0.001	0.817	0.115
زمان نشخوار (دقیقه در روز) Time of rumination (min/day)	452.5 ^a	452.5 ^a	316.2 ^c	351.3 ^b	31.6	0.005	0.279	0.190
زمان جویدن (دقیقه در روز) Time of chewing activity	705.0 ^a	692.5 ^a	603.8 ^b	555.0 ^b	34.5	0.001	0.229	0.303
زمان مصرف به ازای هر کیلو... (دقیقه) Eating time per different nutrients (min)								
ماده خشک DM	161.0 ^a	154.0 ^a	124.0 ^b	126.0 ^b	11.9	0.004	0.122	0.038
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی NDF	394.0 ^a	375.0 ^a	302.0 ^b	319.0 ^b	19.3	0.001	0.702	0.133
زمان نشخوار به ازای هر کیلو... (دقیقه) Rumination time per different nutrients (min)								
ماده خشک DM	293.0 ^a	304.0 ^a	217.0 ^b	245.0 ^b	7.6	0.001	0.123	0.047
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی NDF	706.0 ^a	735.0 ^a	585.0 ^b	652.0 ^b	13.1	0.003	0.210	0.401
زمان جویدن به ازای هر کیلو ... (دقیقه) Chewing activity per different nutrients (min)								
ماده خشک DM	435.0 ^a	459.0 ^a	343.0 ^c	390.0 ^b	4.1	0.006	0.102	0.032
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی NDF	1100.0 ^a	1112.0 ^a	890.0 ^c	972.0 ^b	14.2	0.007	0.196	0.621

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار بین جیره ها می باشد ($p<0/05$).

Means within same row with different letters differ significantly ($P<0.05$)

زمان جویدن (دقیقه در روز) در جیره‌های سیلاژ درشت بیشتر بود ($p=0/001$). همچنین زمان فعالیت جویدن به ازای مصرف هر کیلو ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی، تحت تأثیر اندازه ذرات سیلاژ قرار گرفت (جدول ۷). با افزایش اندازه ذرات، کل فعالیت جویدن افزایش یافت. گزارش شده است که با افزایش الیاف موثر فیزیکی کل زمان جویدن و نشخوار به طور

خطی افزایش یافت (یانگ و بوچمن ۲۰۰۶). اثر متقابل بین اندازه ذرات سیلاژ علوفه کامل جو و سطح کنسانتره به ازای مصرف هر کیلو ماده خشک معنی‌دار بود ($p=0/032$). زیرا در جیره‌های سیلاژ درشت تفاوتی معنی داری بین زمان جویدن در دو سطح ۴۰ و ۶۰ درصد کنسانتره وجود نداشت ولی در جیره‌های سیلاژ ریز با کاهش کنسانتره به زمان جویدن (دقیقه) افزوده

نتیجه‌گیری

بیشترین قابلیت هضم در جیره دارای ۴۰ درصد کدسانتره و سیلاژ علوفه کامل جو ریز بود، زیرا در این جیره با وجود کاهش سطح کنسانتره به علت کاهش اندازه ذرات سیلاژ به سطح تماس میکروبی و قابلیت هضم افزوده شد (آلن و مرتنز ۱۹۸۸).

شد ($p=0/05$)، زیرا در جیره‌های دارای سیلاژ درشت تفاوتی بین الیاف موثر فیزیکی (به روش کونونوف و همکاران ۲۰۰۳) وجود نداشت ولی در جیره‌های حاوی جو سیلاژ ریز، الیاف موثر فیزیکی در جیره حاوی ۴۰ درصد کنسانتره بیشتر بود (جدول ۳).

منابع مورد استفاده

- Allen MS, 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal Dairy Science* 83:1598-1624.
- Allen MS and Mertens DR, 1988. Evaluating Constraints on Fiber Digestion by Rumen. *Journal of Nutrition*. 118:261-270.
- American Society of Agricultural Engineers (ASAE). 2002. Method of determining and expressing particle size of chopped forage (ASAE. S4224.1). 70th ed. Am Society Agric.
- AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis, Fourteen Edition. AOAC, Washington, DC.
- Chen XB and Gomes MJ, 1995, Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an over view of the technical details, Occasional Publication, Rowette Research Institute, Aberdeen, UK.
- Clark PW and Armentano LE, 2002. Influence of particle size on the effectiveness of the effectiveness of the fiber in alfalfa silage. *Journal Dairy Science* 85:3000-3007.
- Denek N and Can A, 2006. Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Journal of Small Ruminant Research* 65:260-265.
- Fallah R, Kiani E, Azarfar AV and Vatanparast M, 2011. The impact of add sour yogurt as a bacterial inoculum on the quality of silage maize. First National Congress of modern agricultural science and technology. Zanjan, Iran (In Persian).
- Firkins, JL, Allen MS, Oldick BS and ST- Erre NR, 1998. Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum. *Journal of Dairy Science* 81:3350-3369.
- Gherardi SG, Kellaway RC and Black JL, 1992. Effect of forage particle length on digesta load, packing density and voluntary feed intake by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 43, 1321-1336. (Abstract).
- Golchin Galehdoni S and Teimuri Yansry AA, 2013. The effect of particle size of alfalfa and canola meal treated with hydrochloric acid on the peNDF, intake, digestibility and chewing behavior in Zel sheep. *Journal of research on ruminants*, 1: 17-39 (In Persian).
- Higginbotham GE, Mueller SC, Bolsen KK and Depeters, E. J. 1997. Effects of Inoculants Containing Propionic Acid Bacteria on Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. *Journal of Dairy Science* 81:2185-2192.
- Hufstedler GD and Greene LW, 1995. Mineral and nitrogen balance in lambs implanted with zeranol. *Journal of Animal Science* 73: 3785-3788.
- Kononoff PJ, Heinrichs AJ and Buckmaster, DA, 2003. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science* 86:1858-1863.
- Krause KM, Combs DK and Beauchemin KA, 2002. Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. I. Milk production and diet digestibility. *Journal of Dairy Science* 85: 1936-1946.

- Krause MK, and Combs DK, 2003. Effects of forage particle size, forage source and grain fermentability on performance and ruminal pH in lactation cows. *Journal of Dairy Science* 86: 1382-1397.
- Lammers BP, Buckmaster DR and Heinrichs AJ, 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of Dairy Science* 79: 922-928.
- Leonardi C, Giannico F and Armentano LE, 2005. Effect of water addition on selective consumption (sorting) of dry diets by dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 88: 1043-1049.
- McDonald P, Henderson AR and Heron, SJE, 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe, Marlow, UK.
- NRC (1985). *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep*. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- Maulfair DD and Heinrichs AJ, 2011. Effects of varying forage particle size and fermentable carbohydrates on feed sorting, ruminal fermentation, and milk and component yields of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96: 3085-3097.
- Mertens DR and Ely LO, 1982. Relationship of Rate and Extent of Digestion to Forage Utilization-A Dynamic Model Evaluation. *Journal of Animal Science* 54:895-905.
- Mertens DR, 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80: 1463-1481.
- Orskov, ER and McDonald Y, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science* 92: 499-503.
- Parhizkar SE, 2006. Collection report on waste grain harvest loss measurement. Mechanization Development Organization. Deputy of Industry and Rural Development, Agriculture Organization of Khorasan Razavi (In Persian).
- Russell JB, O'Connor JD, Fox DG, Van Soest PJ and Sniffen CJ, 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science* 70: 3551-3561.
- San Emeterio SF, Reis RB, Campos WE and Satter LD, 2000. Effect of coarse or fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83: 2839-2848.
- Sharifi Hosseini MM, Torbatinejad NM, Hassani S and Ghoorchi T, 2011. The effect of corn silage particle size and two levels of soybean oil on the behavior of chewing and salivation in sheep. *The fifth Congress of Animal Sciences, Isfahan, Iran* (In Persian).
- Schwab EC, Shaver RD, Shinnors KJ, Lauer JG and Coors JG, 2002. Processing and chop length effects in brown – midrib corn silage on intake digestibility and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85: 613 – 623.
- Teimouri Yansari, A, Valizadeh R, Naserian A and Christensen DA, 2004. Effects of alfalfa particle size and specific activity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87: 3912 – 3924.
- Van Soest PJ, 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Van soest, PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
- Vakil Faraji Y, Jafari Khorshidi K and Zahedifar M, 2009. The effect of different levels of concentrate in the diet on microbial protein synthesis in Mazandaran native buffalo. *Veterinary Journal of Islamic Azad University*. 3: 61-66 (In Persian).
- Volden, H, 2011. *NorFor - The Nordic Feed Evaluation System. Energy and protein metabolism and nutrition*. Vol. 130 – ISSN: 0071-2477. P: 180.
- Yang WZ and Beauchemin KA, 2006. Effects of Physically Effective Fiber on Chewing Activity and Ruminal pH of Dairy Cows Fed Diets Based on Barley Silage. *Journal of Dairy Science* 89:217-228.
- Yang WZ and Beauchemin KA, 2007. Altering Physically Effective Fiber Intake through Forage Proportion and Particle Length: Chewing and Ruminal pH. *Journal of Dairy Science* 90: 2826-2838.

- Zebeli Q, Aschenbach JR, Tafaj M, Boguhn J, Ametaj BN and Drochner W, 2011. Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 95:1041–1056.
- Zebeli, Q, Tafaj M, Steingass H, Metzeler B and Drochner W, 2006. Effects physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactation dairy cows fed total mixed rations. *Journal of Dairy Science* 89: 651– 668.

The effect of barley silage particle size and concentrate levels on physical characteristics, dietary intake and digestibility of diets, nitrogen retention, microbial protein synthesis and eating behaviors in Kermani sheep

A Shamsi¹, MM Sharifi Hosseini^{2*} and O Dayani³

Received: March 16, 2015 Accepted: February 16, 2016

¹Graduated MS student of Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

²Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

³Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

*Corresponding author: E mail: mmsharifi@uk.ac.ir

Introduction: In Iran, Barley silage is considered much lower than the other silages. Barley can provide perfect fodder for ruminants in early spring, when other forage are not available.

This experiment was conducted to determine the effects of barley silage particles size and levels of concentrate on feed intake, digestibility, nitrogen balance microbial protein Synthesis and eating, Rumination and chewing activity in Kermani sheep.

Material and methods: The experiment was carried out in sheep farms of Department of Animal Science, Shahid Bahonar University of Kerman. Iranian conventional varieties of barley grain was grown in the farm of agricultural faculty in November 2011. About 1200 kg of barley fodder were harvested in green stems and doughy seeds condition, and chopped in sizes 24 and 12 mm and was ensiled in plastic bags without any additives. Silos were opened after 45 days and evaluate the physical properties and visual appraisal of barley silage. Experimental diets were: 1) 40 percent coarse barley silage and 60 percent concentrate 2) 60 percent coarse barley silage and 40 percent concentrate 3) 40 percent fine barley silage and 60 percent concentrate 4) 60 percent fine barley silage and 40 percent concentrate. Four mature male sheep weighing $52 \pm 4/0$ were used in the experiment. Sheep were kept in metabolic cages and had free access to feed and fresh water and were assigned randomly to 2×2 factorial dietary treatments in a changeover design experiment. The experiment consisted of four periods, the experimental periods were 21 d each and included an adaptation period (d 1 to 14), a data collection period (d 15 to 20) and chewing behavior (d 21).

Results and discussion: There was no significant difference in visual appraisal of silages, however pH was lower in fine barley silage ($P=0.003$). The pef, peNDF and geometric mean were higher in coarse barley silage diets. Dry matter intake was influenced by the levels of concentrate ($p=0.02$) and were higher on diets with 60% concentrate, but barley silage particles size had no effect on dry matter intake. NDF intake was influenced by the silage particles size and concentrate levels and was the lowest in the diet of 60% concentrate and fine barley silage particle size ($p=0.05$). Dry and organic matter digestibility were influence by barley silage particles size and concentrate levels, the highest dry and organic matter digestibility were in diet of fine silage particle size and 40% concentrate level ($P<0.05$). Crude protein and NDF digestibility weren't affected by silage particles size and concentrates levels. Nitrogen intake was affected by concentrate levels, and the lowest nitrogen intake was in diet of coarse barley silage and 40% concentrate ($P<0.05$). But nitrogen retention was higher in fine silage particles size diets ($P<0.05$). Microbial protein synthesis in the rumen, were affected by barley silage particles size ($P=0.044$) and concentrate levels ($P= 0.024$), microbial protein synthesis increased with the silage particles size reduction and increased levels of concentrate. Also, the synthesis of microbial protein in the rumen increases in low physically effective fiber diets, the protein degradation rate was increased and amount of non-degradable protein in the rumen was

decreased with decreasing forage particles size. Also, the synthesis of microbial protein in the rumen increases in low physically effective fiber diets, Because of the decrease protozoa and reducing recycling nitrogen in the rumen (Yang and Beauchemin 2006). Vakil Faraji et al. (2009) reported an increase in concentrate in the diet causes an increase in protein production in the rumen. This increase may be due to increased organic matter digested in the rumen as a result of increasing levels of concentrate to forage. Eating time (minutes per day) in the diets of coarse barley silage was higher ($P=0.001$). Eating time increased linearly with increasing forage particle size (Kononoff et al., 2003; Yang and Beauchemin, 2006). Also eating time increases with an increase in the geometric mean particles size of forage (Leonardi et al. 2005). Eating time per kg of dry matter and NDF intake was higher in diets of coarse barley silage ($P=0.004$ and $p=0.001$ respectively), Kononoff et al. research results (2003) and Teimouri Yansari et al. (2004) showed that the eating time per kg of dry matter was affected by forage particle size and decreased with reducing forage particle size. The interaction was significant between the size of barley silage and two levels of concentrate on the time of eating per kilogram of dry matter intake, because in the coarse barley silage the eating time was reduced by decreasing the concentrate level while in diets of fine silage, this time increased by decreasing concentrate levels. Zebeli et al. (2006) and Yang and Beauchemin (2007) showed that eating time was reduced per kilo of NDF by reducing the size of forage particles size. The ruminating time (minutes per day) was higher in coarse silage diets ($P=0.005$), Probably the reason for the increase in Ruminating time was due to decrease in rate of passage of large particles of silage through the rumen and high rumen retention time (Firkins et al., 1998). Coarse forage fibers have a great effect on the formation of rumen mat and stimulate Ruminating and ruminal movements (Mertens 1997). Therefore, the rumen mat is very important in adjusting the retention time of small particles in the rumen by selective ruminal Persistence (van soest 1994). The Ruminating time per kg of dry matter and NDF (minutes) was higher in coarse silage diets ($P<0.05$). Forage particles larger than 1.18 mm have the highest resistance to rumen passage and are responsible for the Inducing of ruminating (Mertens 1997). Chewing time (minutes per day) was higher in coarse silage diets ($P= 0.001$), also, the chewing activity time per kg of dry matter and NDF was affected by the size of the silage particles size. It has been reported that by increasing the effective physical fiber, the total chewing and Ruminating time increased linearly (Yang and Beauchemin 2006).

Conclusion: The highest dry and organic matter digestibility were in 40 percent concentrate and fine barley silage diet, because contact with the rumen microorganism was increased with the silage particle size reduction.

Keywords: Geometric mean, Physically effective fiber, Rumen parameters, Rumination